

(19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

(11) N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 650 841

(21) N° d'enregistrement national :

89 10830

(51) Int Cl⁵ : C 23 C 14/26; H 01 J 25/42, 23/54; H 05 B 6/10.

(12)

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

(22) Date de dépôt : 11 août 1989.

(30) Priorité :

(43) Date de la mise à disposition du public de la demande : BOPI « Brevets » n° 7 du 15 février 1991.

(60) Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(71) Demandeur(s) : Société dite : THOMSON TUBES ELECTRONIQUES. — FR.

(72) Inventeur(s) : Robert Duret et Marcel Girault, Thomson-CSF, S.C.P.I.

(73) Titulaire(s) :

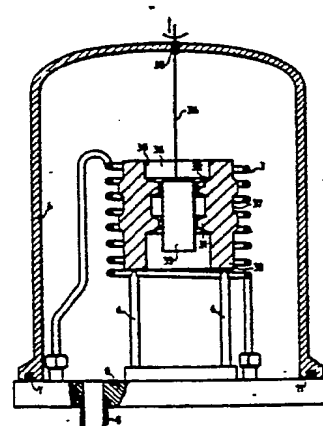
(74) Mandataire(s) : Christine Simonnet, Thomson-CSF, S.C.P.I.

(54) Dispositif de dépôt d'un matériau sur un support thermiquement conducteur.

(57) L'invention concerne un dispositif de dépôt d'un matériau selon un profil contrôlé, sur un support 1 à traiter thermiquement conducteur et électriquement isolant. Le matériau à déposer provient de la décomposition en phase vapeur d'un corps. Un bobinage 3 parcouru par un courant haute fréquence entoure une pièce et la chauffe par induction. Le support 1 est placé à proximité de la pièce 2 et est chauffé par rayonnement thermique.

Au moins le support 1 et la pièce chauffée par induction sont placés dans une enceinte 4 basse pression contenant le corps à décomposer en phase vapeur.

L'invention trouve une application notamment dans la fabrication de tubes hyperfréquences.



FR 2 650 841 - A1

**DISPOSITIF DE DEPOT D'UN MATERIAU
SUR UN SUPPORT THERMIQUEMENT CONDUCTEUR**

La présente invention concerne un dispositif de dépôt d'un matériau, selon un profil contrôlé, sur un support thermiquement conducteur.

5 Dans certaines techniques, on peut avoir besoin de déposer un matériau, parfois électriquement conducteur, sur un support thermiquement conducteur mais électriquement isolant et le dépôt doit avoir un profil prédéterminé.

10 Dans la technique des tubes hyperfréquences, on peut être amené à déposer un matériau dont le rôle est d'atténuer dans certaines zones, les ondes hyperfréquences. Par exemple, pour éviter que les tubes à ondes progressives oscillent, on peut déposer sur une partie des bâtonnets qui supportent la ligne à retard, une couche d'un matériau d'atténuation. Les bâtonnets ou supports sont généralement réalisés dans un matériau
15 diélectrique mais bon conducteur de la chaleur. On emploie, par exemple, le nitrure d'aluminium, l'oxyde de béryllium, le nitrure de bore etc...

20 Dans une technique assez ancienne les dépôts sont obtenus par une ou plusieurs couches de peinture suivies d'un recuit. Malheureusement cette méthode est sensible à des paramètres difficilement contrôlables, liés entre autres à la nature de la peinture et du support. Il n'est vraiment pas possible d'obtenir un dépôt selon un profil donné, d'une façon fiable.

25 Une autre technique plus récente consiste à réaliser le dépôt par décomposition en phase vapeur d'un corps contenant le matériau à déposer. Il s'agit d'une réaction de cracking. Il suffit de placer le support devant être recouvert et le corps dans un four à résistances et de chauffer. Cette réaction se fait à basse pression, de l'ordre de quelques hectopascals. Les
30 corps utilisés sont bien souvent des composés organiques ou organométalliques.

On peut ainsi déposer du carbone à partir de benzène, la décomposition ayant lieu aux alentours de 1000° C.

5 Cette technique donne des résultats relativement satisfaisants tant que le support n'est pas trop conducteur thermiquement. Si ce n'est pas le cas, on obtient dans des zones assez éloignées de la zone à recouvrir, des dépôts de produits parasites et instables. En effet ces zones sont portées à des températures intermédiaires entre la température optimale pour obtenir le cracking et la température extérieure au four. Les réactions qui se produisent à ces températures intermédiaires sont incomplètes. Ces produits instables peuvent se modifier aux cours d'éventuels traitements ultérieurs et l'on obtiendra alors de nouveaux dépôts tout à fait néfastes, situés autour de la zone à traiter.

15 Par ailleurs, les résistances du four peuvent se polluer par ces produits instables ce qui entraîne une variation de leurs caractéristiques au cours du temps.

20 Cette technique ne permet pas de réaliser des dépôts suffisamment reproductibles d'une manipulation à l'autre et elle ne peut être utilisée fiablement pour des productions en série.

25 Toutefois l'expérience a montré la supériorité de la technique de dépôt en phase vapeur par rapport à la peinture. Mais cette technique est conditionnée par la température à laquelle se produit la réaction et celle-ci est fortement dépendante du matériau constituant le four et de la nature du support à traiter.

30 L'invention vise à remédier à ces inconvénients et propose un dispositif de dépôt d'un matériau sur un support thermiquement conducteur, ce dispositif permettant de maîtriser la température de la zone à recouvrir, des zones adjacentes et d'obtenir un dépôt selon un profil déterminé.

35 La présente invention propose un dispositif de dépôt d'un matériau selon un profil contrôlé, à la surface d'au moins un support à traiter, thermiquement conducteur et électriquement isolant, le matériau provenant à la décomposition d'un corps en

phase vapeur, caractérisé en ce qu'il comporte :

- un bobinage parcouru par un courant haute fréquence,
- une pièce chauffée par induction grâce au bobinage, placée à proximité du support à traiter de manière à le chauffer par rayonnement thermique,
- une enceinte basse pression contenant le corps à décomposer en phase vapeur, au moins le support à traiter et la pièce chauffée par induction.

Le bobinage est placé à l'intérieur de l'enceinte ou à l'extérieur si elle est isolante électriquement. Il entoure la pièce chauffée par induction.

La pièce chauffée par induction est un bloc percé au moins d'un trou de manière à y introduire un support à traiter.

Le bloc est réalisé dans un matériau électriquement conducteur qui peut être chauffé par induction.

Les dimensions du trou varient le long du support et les dimensions extérieures du bloc varient le long du bobinage de manière à ajuster le profil en température de chaque support à traiter.

La pièce chauffée par induction peut être constituée d'un empilement d'éléments électriquement conducteurs, chauffés par induction séparés par des entretoises isolantes. Elle comporte au moins un trou de manière à y introduire un support à traiter.

Les dimensions extérieures des éléments conducteurs et des entretoises, leurs épaisseurs et les dimensions des trous sont ajustées de manière à obtenir un dépôt de profil prédéterminé sur le support.

La position du support peut varier à l'intérieur de l'enceinte pendant le dépôt.

Le matériau à déposer est du carbone ou un métal.

Le corps se décomposant est un corps organique ou organométallique.

Le matériau de la pièce chauffée par induction est du graphite ou un métal réfractaire tel que du molybdène, du

tungstène, du titane, du tantale.

Le support à traiter est un isolant électrique tel que de l'oxyde de béryllium, du nitrure de bore, du nitrure d'aluminium.

La présente invention va être expliquée au moyen de la description qui suit. Cette description sera faite en référence aux dessins annexés parmi lesquels :

- la figure 1 représente une vue en coupe transversale d'un dispositif de dépôt, conforme à l'invention, d'un matériau de profil contrôlé sensiblement constant sur un support thermiquement conducteur ;
- la figure 2 représente une vue en coupe transversale d'une variante du dispositif de la figure 1 ;
- la figure 3 représente une vue en coupe transversale d'un dispositif de dépôt, conforme à l'invention, d'un matériau de profil contrôlé variable, sur un support thermiquement conducteur ;
- la figure 4 représente une vue en coupe transversale d'une variante du dispositif de la figure 3 ;
- la figure 5 représente une vue en coupe transversale d'un dispositif de dépôt sur plusieurs supports simultanément.

On a représenté sur la figure 1, un support 1 en matériau thermiquement conducteur et électriquement isolant. Sa surface extérieure 9 doit être recouverte d'un matériau selon un profil contrôlé.

Ce matériau peut être soit électriquement conducteur soit électriquement isolant.

Ce support 1 avoisine une pièce 2 chauffée par induction. La pièce 2 est placée à proximité d'un bobinage 3 parcouru par un courant haute fréquence et est ainsi chauffée par induction. Le support 1 est alors chauffé par rayonnement thermique.

Sur la figure 1, la pièce 2 chauffée est un tube cylindrique, le support 1 est placé à l'intérieur. Il est central. Le bobinage 3 entoure la pièce 2. Cette construction n'est qu'un exemple. Le bobinage 3 comportera des spires jointives ou espacées les unes des autres.

Le support 1 et la pièce 2 chauffée par induction sont placées à l'intérieur d'une enceinte 4 fermée, à basse pression, contenant un corps destiné à être décomposé en phase vapeur afin de fournir le matériau devant être déposé. La réaction de
5 décomposition en phase vapeur du corps est une réaction de cracking. On choisira de préférence un corps ayant une pression de vapeur suffisante à la température ambiante pour que la réaction ait bien lieu assez rapidement à la température de travail.

10 Le matériau à déposer peut être soit du carbone soit un métal et on choisira de préférence le corps devant être décomposé parmi les corps organiques ou organométalliques.

La pièce chauffée par induction peut être du graphite ou un métal réfractaire tel que du molybdène, du tungstène, du
15 titane, du tantale etc...

L'enceinte 4 comporte une tubulure 5 qui communique avec l'extérieur. On relie cette tubulure 5 à une pompe à vide (non représentée) qui permet d'obtenir une très basse pression à l'intérieur de l'enceinte 4.

20 Après avoir vidé l'enceinte 4 on introduit par cette tubulure 5 le corps à décomposer. Sa pression de vapeur à la température ambiante est suffisante pour produire dans l'enceinte la pression nécessaire à la réaction.

Si l'on veut déposer du carbone, lors d'essais, on a
25 remarqué que des gaz stables tels que les premiers éléments des séries cycliques ou grasses permettaient d'obtenir des dépôts particulièrement stables et purs. Le benzène donne de très bons résultats avec une pièce 2 chauffée en graphite. On peut aussi utiliser le méthane, l'éthane etc...

30 C'est à partir de 950° C que se produit la réaction de cracking et le carbone se dépose sur les zones du support 1 à cette température.

La pression intérieure de l'enceinte 4 est de l'ordre d'une fraction d'hectopascal.

35 Sur la figure 1, on a représenté une enceinte 4 en forme

de cloche à vide reposant sur un socle 8. Elle peut être en verre par exemple. C'est le socle 8 qui comporte la tubulure 5.

On a placé à la base de la cloche, tout autour de sa périphérie une gorge 11 contenant un joint 7 torique. Il assure l'étanchéité entre l'intérieur et l'extérieur de l'enceinte 4. Le joint 7 est en contact avec le socle 8.

La pièce 2 chauffée par induction a sur la figure 1 la forme d'un tube cylindrique d'épaisseur constante.

Le support 1 à recouvrir est ici entièrement contenu à l'intérieur de la pièce 2 chauffée par induction. La pièce chauffée 2 et le support 1 reposent chacun sur un élément 6 isolant électriquement.

On aurait pu envisager que le support 1 à recouvrir soit plus long que la pièce 2 chauffée et qu'il dépasse de chaque côté. Seule une partie du support 1 sera traitée, cette partie est alors située à l'intérieur de la pièce 2 chauffée.

Le dépôt du matériau se fait sur la surface extérieure 9 du support 1 dans des zones portées à une température suffisante. Sur la figure 1, le dépôt du matériau s'effectuera sensiblement sur toute la surface extérieure du support 1 en regard avec la pièce 2 chauffée. L'épaisseur du matériau sera sensiblement constante car la pièce 2 chauffée est ici un tube dont les diamètres extérieurs et intérieurs sont constants. La distance entre la surface extérieure 12 de la pièce 2 chauffée et le bobinage 3 est constante sur toute la hauteur du tube. Il en est de même pour la distance entre la surface intérieure 10 de la pièce 2 chauffée et la surface extérieure 9 du support 1.

La figure 2 représente une variante du dispositif représenté à la figure 1. Les éléments de cette figure, identiques à ceux de la figure 1 portent les mêmes références. La différence entre les deux figures se situe au niveau du bobinage 20 qui est maintenant à l'extérieur de l'enceinte 4, à l'air libre. Il entoure l'enceinte 4 qui est une cloche à vide posée sur un socle 8. Le matériau de l'enceinte 4 sera un matériau isolant électriquement tel que le verre, par exemple.

Cette variante permet de faire un dépôt sur des supports 1 plus volumineux car on peut utiliser plus complètement le volume intérieur de l'enceinte 4.

5 Il est bien souvent préférable de placer le bobinage 20 à l'extérieur de l'enceinte 4 car le risque d'arcs électriques entre spires augmente considérablement à pression réduite selon la loi de Paschen.

10 Le dispositif représenté sur la figure 3 permet d'effectuer un dépôt d'un matériau selon un profil contrôlé sur un support 33. Les éléments de cette figure identiques à ceux de la figure 1 portent les mêmes références. Ce dispositif permet d'obtenir un dépôt dont le profil est prédéterminé à l'avance et n'est pas constant.

15 Le bobinage 3 entoure la pièce 30 chauffée par induction. Pour obtenir le résultat souhaité, on a ajusté le profil thermique du support 33 en jouant sur les dimensions intérieures et extérieures de la pièce chauffée 30. Cette pièce chauffée 30 est alors plus ou moins proche du support 33 à traiter et du bobinage 3 haute fréquence.

20 Pour réaliser la pièce 30 chauffée par induction on est parti d'un bloc d'un matériau conducteur. On a percé un trou 36, de préférence de part en part du bloc, et ce trou est un peu plus grand que le support 33. Ici ce trou est central et de direction verticale.

25 On aurait pu placer le trou 36 dans une autre direction et on aurait pu le décaler. Le trou aurait pu aussi ne pas traverser de part en part le bloc. On pourrait aussi envisager de percer plusieurs trous de manière à traiter simultanément plusieurs supports.

30 On a usiné la surface extérieure 37 du bloc en regard avec le bobinage 3 de manière à faire varier la distance entre le bobinage 3 et le bloc.

35 On a aussi usiné la surface intérieure 38 du bloc le long du trou 36 de manière à faire varier la distance entre le support 33 et la pièce chauffée 30.

En effet plus la distance entre le support 33 et la pièce chauffée 30 est faible plus la température du support 33 sera élevée. De même plus la distance entre le bobinage 3 et la pièce chauffée 30 est faible plus la température de la pièce chauffée 30 sera élevée. L'épaisseur du matériau déposé croît proportionnellement avec la température du support 33. La température de la pièce chauffée 30 varie dans le même sens que son épaisseur.

On a représenté à deux endroits 31,32 de la pièce chauffée 30 des reliefs à pans coupés dirigés vers le support 33. Ces reliefs permettent de concentrer la chaleur sur les zones du support 33 en regard et donc d'augmenter l'épaisseur du matériau déposé sur ces zones.

Les formes que l'on donne à la pièce chauffée 30 sont déterminées uniquement en fonction du profil du dépôt que l'on veut réaliser.

Sur la figure 3, le support 33 ne repose plus sur un élément isolant. Il est maintenant pendu au bout d'une tige 34 qui traverse la paroi supérieure de l'enceinte 4, par exemple. On a disposé un joint d'étanchéité 35 à l'endroit où la tige 34 traverse la paroi de l'enceinte.

Il est ainsi possible de déplacer le support 33 dans l'enceinte pendant le dépôt. On pourra, par exemple, entraîner la tige 34 dans un mouvement vertical de bas en haut et de haut en bas ou dans un mouvement de rotation.

La figure 4 représente une variante d'un dispositif de dépôt d'épaisseur contrôlée le long du support 1. Maintenant la pièce 40 chauffée par induction est constituée par un empilement d'éléments conducteurs 41 séparés par des entretoises 42 isolantes. Ce sont uniquement les éléments conducteurs 41 qui vont chauffer par induction. On a représenté les éléments conducteurs 41 et les entretoises 42 en forme de bagues. Le support 1 est central.

On aurait pu utiliser des plaques de formes et de dimensions variées, percées d'un trou de manière à introduire le

support.

Les diamètres extérieurs et intérieurs des bagues conductrices 41 ainsi que leur épaisseur peuvent varier d'une bague à l'autre. Il en est de même pour les dimensions des entretoises 42.

Le choix des dimensions et profils des éléments conducteurs 41 et des entretoises 42 est guidé par le profil du dépôt que l'on veut réaliser sur le support 1.

Afin de positionner de façon précise l'empilement d'éléments conducteurs 41 et d'entretoises 42 par rapport au support 1, on a percé au moins deux conduits 43 à travers l'empilement. On placera ces conduits de préférence à la périphérie de l'empilement. Sur la figure 4 on a représenté deux conduits 43 qui sont diamétralement opposés sur les bagues. On placera dans chaque conduit 43 une tige isolante 44.

La figure 5 représente un dispositif de dépôt permettant de travailler simultanément sur plusieurs supports 50. Il n'y a plus de support central comme sur la figure 1.

Sur la figure 5 on distingue une pièce 51 chauffée par induction constituée d'un empilement d'éléments conducteurs 52 séparés par des entretoises 53 isolantes. La pièce chauffée 51 a la forme d'un cylindre; les éléments conducteurs 52 et les entretoises 53 sont des disques, d'épaisseur et de diamètre variables. Cette construction n'est qu'un exemple, on pourrait en envisager d'autres.

L'empilement est percé sur toute sa hauteur d'au moins deux conduits 54 destinés à recevoir chacun un support 50 à traiter. On a représenté les conduits 54 à la périphérie de l'empilement et ils sont diamétralement opposés mais on pourrait les disposer autrement.

Les conduits 54 n'ont pas forcément des dimensions constantes, on peut les faire varier d'un élément conducteur 52 à l'autre, d'une entretoise 53 à l'autre. On pourrait même faire varier les dimensions d'un conduit 54 le long d'un même élément conducteur 52. Les variations dimensions permettent d'ajuster

les profils des dépôts que l'on veut obtenir sur le supports 50.

Ce dispositif de dépôt conforme à l'invention permet notamment de recouvrir, d'une couche d'un matériau d'atténuation, des bâtonnets qui supportent la ligne à retard
5 d'un tube à ondes progressives.

L'invention n'est pas limitée aux exemples décrits; il est possible de modifier les formes et positions des pièces chauffées par induction, des supports sans sortir du cadre de l'invention.

REVENDICATIONS

1 - Dispositif de dépôt d'un matériau selon un profil contrôlé, à la surface d'au moins un support (1) à traiter, thermiquement conducteur et électriquement isolant, le matériau provenant de la décomposition d'un corps en phase vapeur caractérisé en ce qu'il comporte :

- un bobinage (3) parcouru par un courant haute fréquence,
- une pièce (2) chauffée par induction grâce au bobinage (3), placée à proximité du support (1) à traiter de manière à le chauffer par rayonnement thermique,
- une enceinte (4) basse pression contenant le corps à décomposer en phase vapeur, au moins le support (1) à traiter et la pièce (2) chauffée par induction.

2 - Dispositif de dépôt selon la revendication 1, caractérisé en ce que le bobinage (3) entoure la pièce (2) chauffée par induction.

3 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le bobinage (3) est placé à l'intérieur de l'enceinte (4).

4 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 ou 2 caractérisé en ce que le bobinage (3) est placé à l'extérieur de l'enceinte (4) lorsqu'elle est isolante électriquement.

5 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la pièce (30) chauffée par induction est un bloc d'un matériau conducteur comportant au moins un trou (36) de manière à y introduire un support (33) à traiter.

6 - Dispositif de dépôt selon la revendication 5 caractérisé en ce que :

- les dimensions du trou (36) varient le long du support (33),
- les dimensions extérieures du bloc varient le long du bobinage (3) de manière à ajuster le profil de température du support (33) à traiter.

7 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 4 caractérisé en ce que la pièce (40) chauffée par induction est

constituée d'un empilement d'éléments (41) conducteurs chauffés par induction séparés par des entretoises (42) isolantes, cet empilement comportant au moins un trou de manière à y introduire au moins un support (1) à traiter.

5 8 - Dispositif de dépôt selon la revendication 7 caractérisé en ce que :

- les épaisseurs des éléments (41) conducteurs et les épaisseurs des entretoises (42) varient d'un élément à l'autre ou d'une entretoise à l'autre,

10 - les dimensions du trou varient le long du support (1) à traiter,

- les dimensions extérieures des éléments (41) conducteurs varient le long du bobinage (3), de manière à ajuster le profil de température du support (1) à traiter.

15 9 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 8 caractérisé en ce que le support (1) à traiter se déplace par rapport à la pièce (2) chauffée par induction, pendant le dépôt.

20 10 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 9 caractérisé en ce que le matériau à déposer est du carbone ou un métal.

11 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 10 caractérisé en ce que le corps à décomposer en phase vapeur est un corps organique ou organométallique.

25 12 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 11 caractérisé en ce que la pièce chauffée par induction est en graphite ou dans un métal réfractaire tel que du molybdène, du tungstène, du titane, du tantale.

30 13 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 12 caractérisé en ce que le support à traiter est un isolant électrique tel que du nitrure d'aluminium, de l'oxyde de béryllium, du nitrure de bore.

35 14 - Dispositif de dépôt selon l'une des revendications 1 à 13 caractérisé en ce que le support à traiter est un bâtonnet destiné à supporter la ligne à retard d'un tube à ondes progressives.

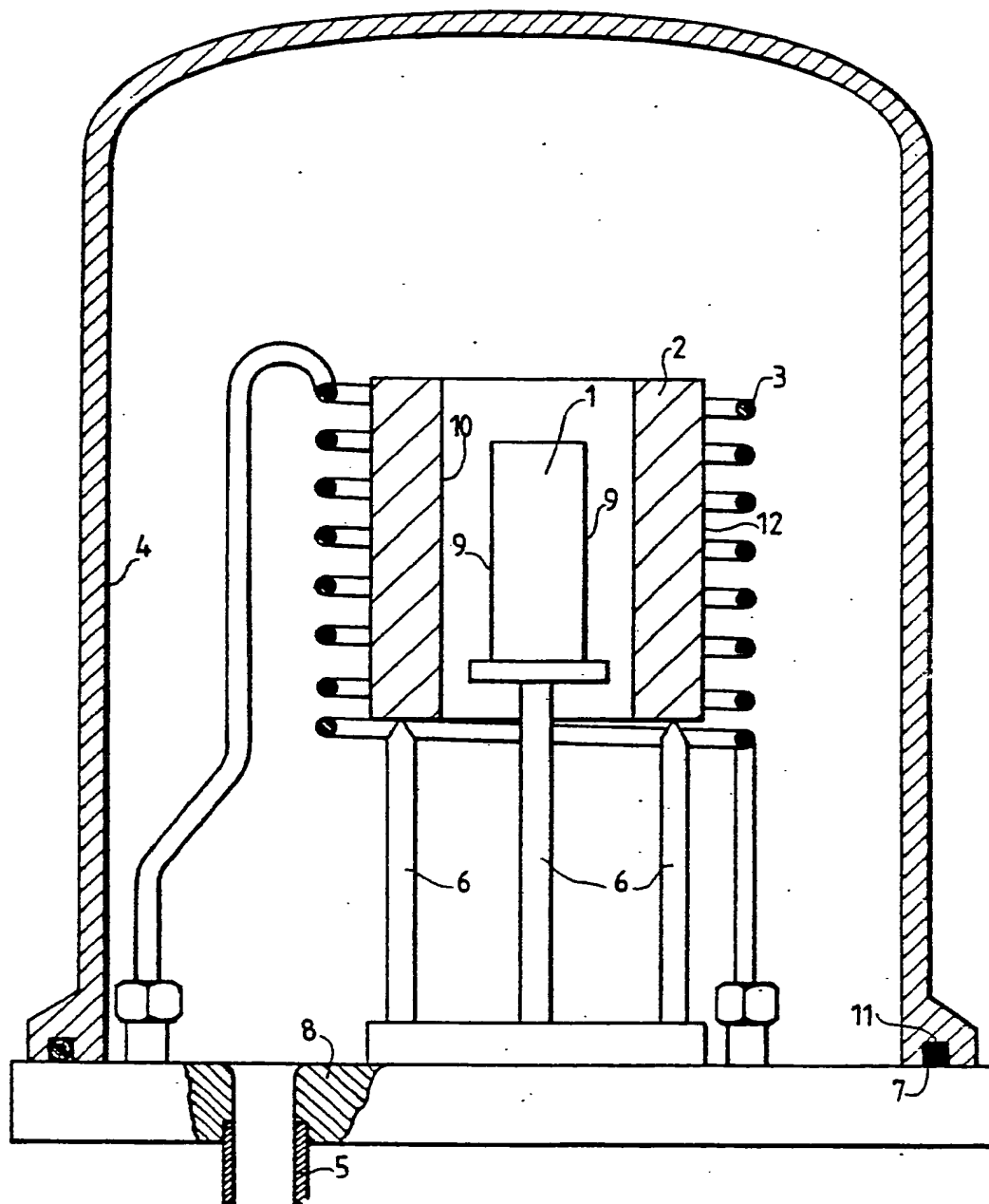


FIG. 1

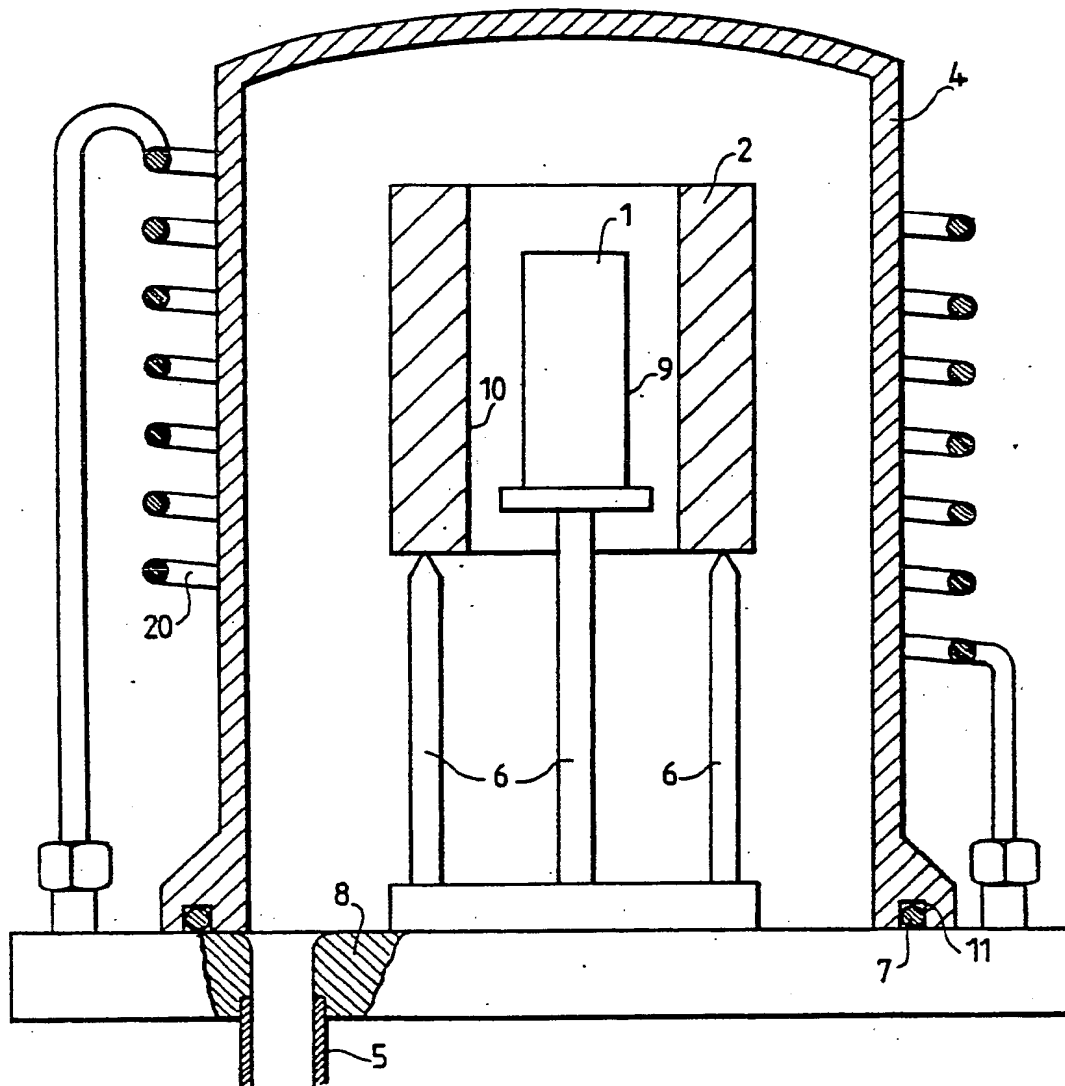


FIG. 2

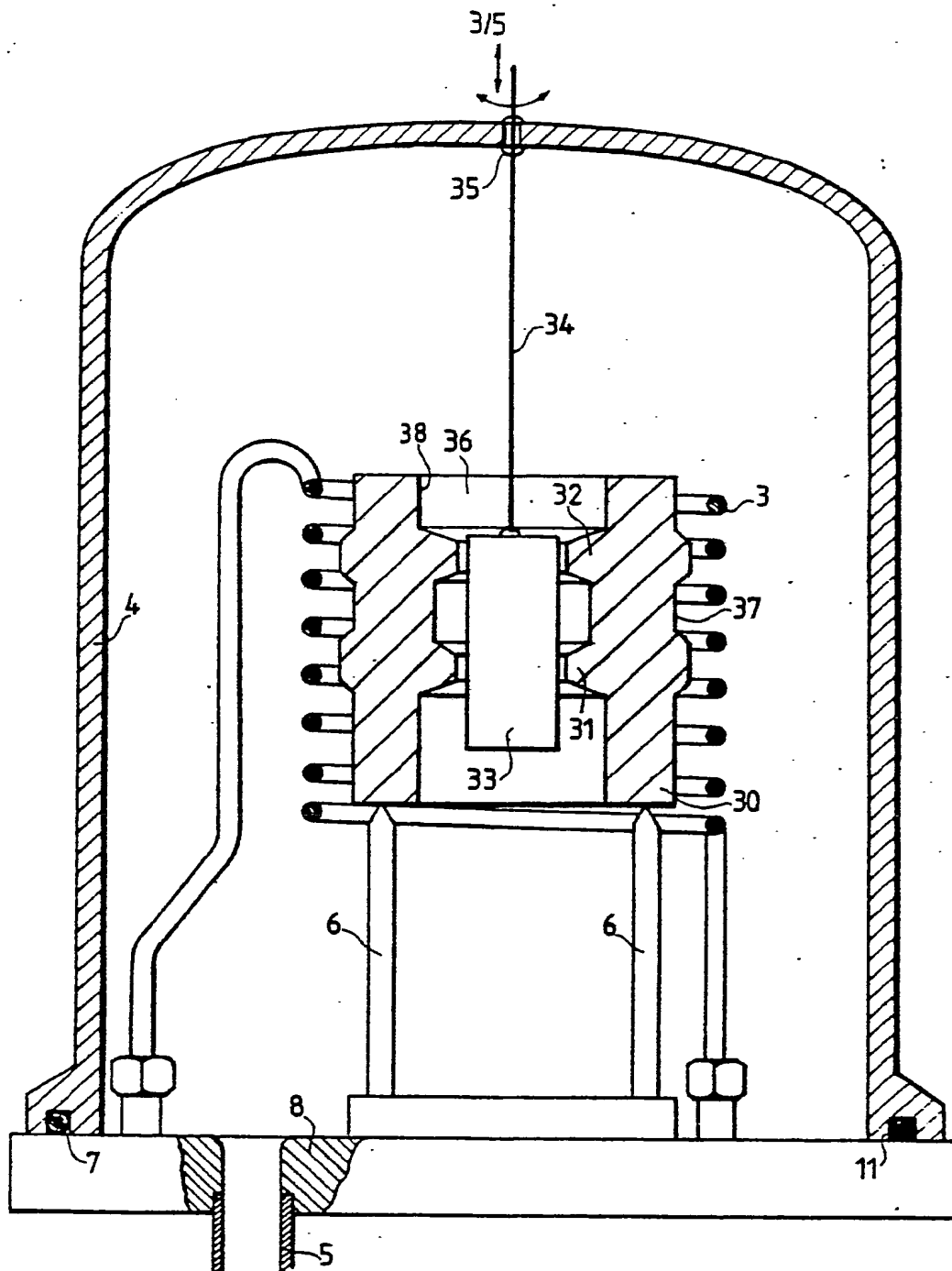
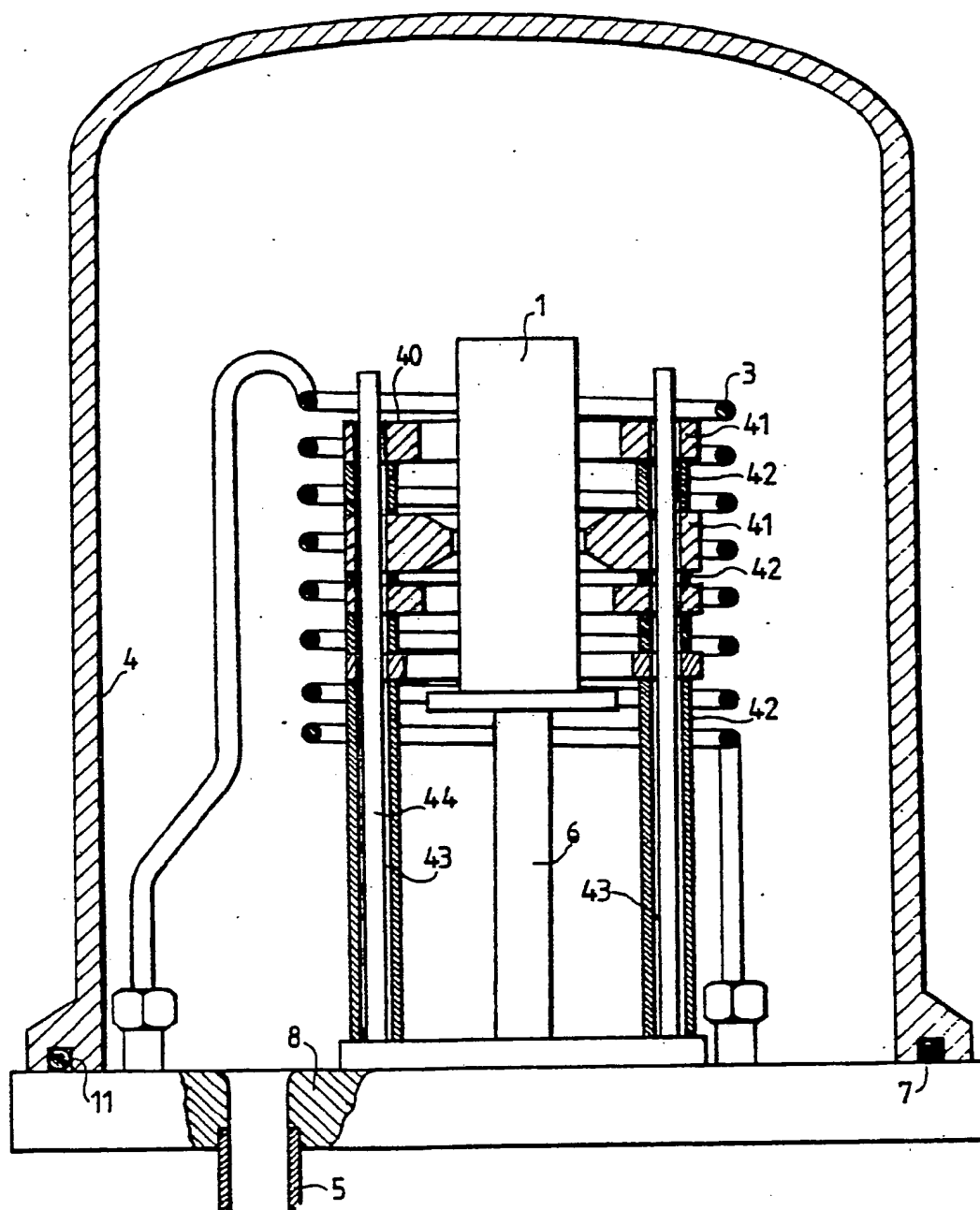


FIG. 3

45



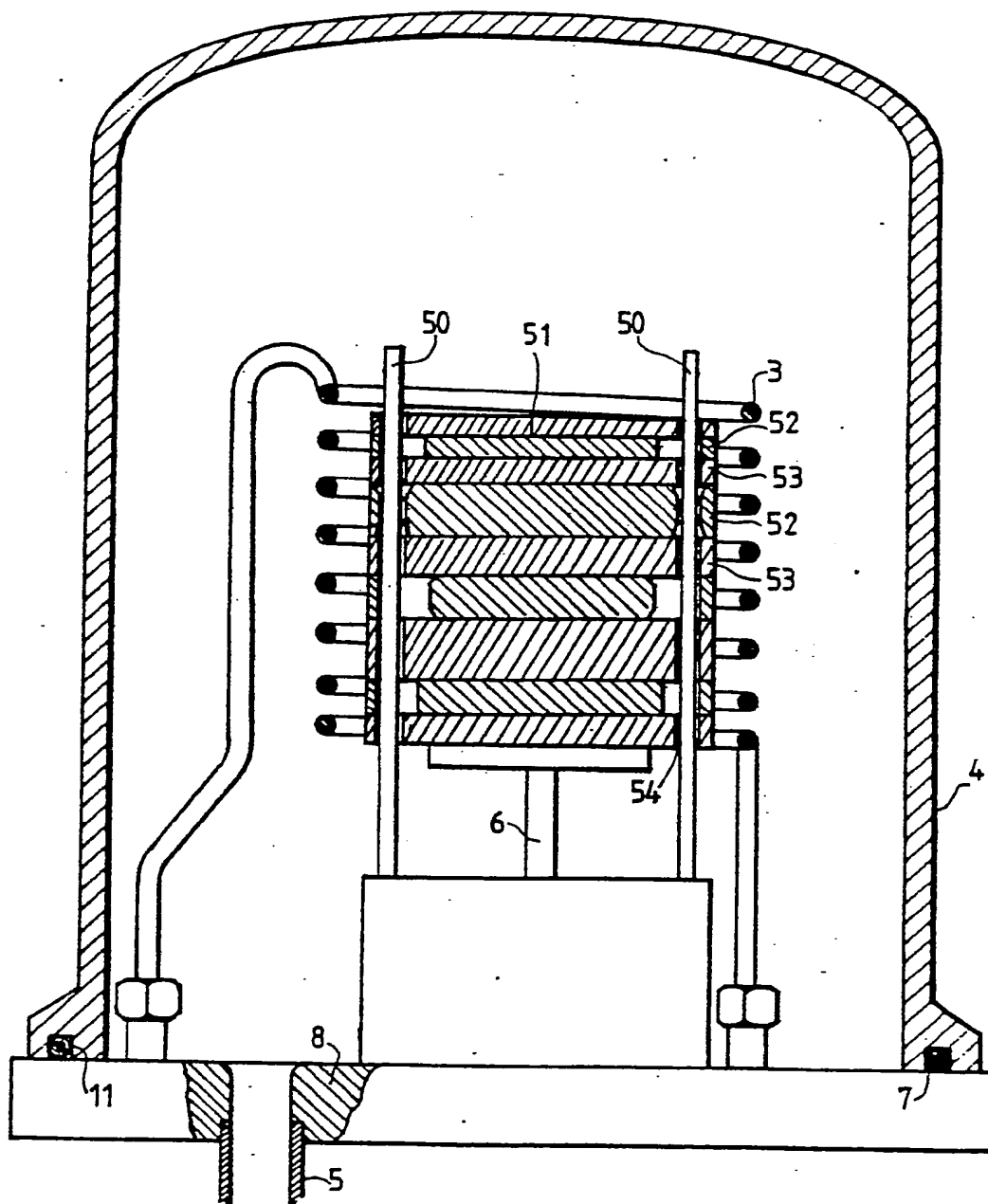


FIG. 5